# Beitrag zur Lehre von den constanten Wärmesummen

von

Prof. Dr. **M. Staub.**

Mit Tafel IX.

(Aus einer der ung. Akademie d. Wissensch. im Mai 1881 vorgelegten Abhandlung [1].)

Der im Jahre 1879 in Budapest tagenden Wanderversammlung der ungarischen Ärzte und Naturforscher legte ich meine »Über einige Resultate der phytophänologischen Beobachtungen« betitelte Abhandlung vor [2], in welcher ich auf Grundlage der statistischen Methode bezüglich des Verhältnisses, welches zwischen dem Eintritte der Blütezeit und der Temperatur besteht, folgende vier Thesen aufstellte:

1. Die Blütezeit tritt nur dann früher ein, wenn das betreffende Monatsmittel um + 2° C. höher ist, als das mehrjährige Mittel; die geringere Erhebung der Temperatur lässt die Vegetation unberührt.

2. Eine Ausnahme von diesem Gesetze findet nur dann statt, wenn das Temperaturmittel des vorhergehenden Monates oder der Monate höher ist als das mehrjährige Mittel. Die Vegetation steht dann unter der »Nachwirkung« der Temperatur.

3. Das geringste Sinken des Temperatur-Monatsmittels unter das mehrjährige Temperaturmittel zieht schon den verspäteten Eintritt der Blütezeit nach sich. Diese Verspätung ist um so größer, je niederer das Temperaturmittel der vorhergehenden Monate im Vergleiche zum mehrjährigen Temperaturmittel ist.

4. Ist das Temperaturmittel der vorhergehenden Monate größer als das mehrjährige Mittel, dann vermag das niedrigere Temperaturmittel des einen Monates die Vegetation in ihrer Entwicklung nicht zu hindern.

---

1) Mathematikai és természettudományi közlemények, herausgeg. von dem ständ. Comité f. Mathem. u. Naturwissch. d. ung. Akad. der Wissensch. XVIII. Bd. I. u. II. Heft. Budapest 1882.

2) A m. orv. és termv. XX. vándorgy. munkálatai. Budapest 1880, p. 317—347; ferner Bot. Zeitg. 1879, 37. Jahrg. p. 672—676 und Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik III. Bd. p. 112—115.

In dieser Abhandlung gab ich auch eine übersichtliche Darstellung aller Ansichten, die sich bezüglich der sogenannten »thermischen Constanten« in der Literatur vorfinden und berechnete selbe nach Fritsch's Verfahren für meine eigenen am rechten Donauufer von Budapest in den Jahren 1871—1875 ausgeführten phänologischen Beobachtungen. Ich wies zugleich darauf hin, dass diese Wärmesummen nur dann im Interesse der Pflanzengeographie und Biologie brauchbar sein werden, wenn sie mit jenen an von einander entfernt liegenden Orten constatirten übereinstimmende Werthe geben werden. Diesbezüglich konnte ich in Aesculus Hippocastanum L. schon ein treffendes Beispiel aufführen. Ich erwähnte ferner, dass außer diesen Constanten auch jenes Tagesmittel, bei welchem die Pflanze ihre Blüten öffnet, ebenfalls charakteristischen Werth für die einzelnen Pflanzenarten haben kann.

Alle diese Behauptungen habe ich in der gegenwärtigen Abhandlung mit Hilfe der in Nordungarn in den Jahren 1871—1877 ausgeführten phänologischen Beobachtungen auf's neue der Prüfung unterworfen; dabei aber vorzüglich auf Oettingen's, schon in meiner früheren Abhandlung wiederholt bezogenes Werk[1]) meine Aufmerksamkeit gerichtet.

Oettingen, der sich auf die Seite der Phänologen stellt, unterzieht die Angriffe der Physiologen einer scharfen Kritik und untersucht auf mathematischer Basis die Berechnungsmethoden der thermischen Constanten, was ihn zu dem Resultate führt, dass die Wärmesummen in der That eine sichere Stütze bieten. Er gesteht wohl, dass jene bisher kein zufriedenstellendes Endresultat ergaben, was seiner Ansicht nach darin seine Erklärung fände, dass die Ansichten hinsichtlich des Ausgangspunktes, d. i. des Zeitpunktes, von dem an bei der Berechnung die Temperaturmittel berücksichtigt werden, sehr abweichend seien, schon desshalb, da es bisher nicht gelang in der Natur den wirklichen Ausgangspunkt zu finden. Sich auf A. de Candolle's sogenannte »nützliche Temperaturen« stützend, benutzt nun Oettingen bei seinem eigenen Verfahren verschiedene Ausgangspunkte oder »Schwellen«, wie er sie nennt und addirt nach ihnen vom ersten Tage des Jahres an bis zum Eintritte der betreffenden Erscheinung die täglichen positiven Temperaturmittel, welche über der angenommenen Schwelle liegen. Nachdem er die gewonnenen Summen mit einander verglich, bezeichnete er jene Schwelle als die »normale«, welche hinsichtlich einer gewissen Erscheinung in verschiedenen Jahren in den Wärmesummen die geringsten Schwankungen resultirte. Seinen Vorgang wird das folgende Beispiel illustriren:

1) Oettingen, A. J., Phänologie der Dorpater Lignosen. Ein Beitrag zur Kritik phänologischer Beobachtungs- und Berechnungsmethoden. Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. III. Bd. 3. Liefg. Dorpat 1879.

Prunus Padus.

| Erste Blüte öffnete sich | Wärmesummen, berechnet nach verschiedenen Schwellen. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0° | 2° | 4° | 6° | 8° | 10° |
| 1869. Mai 12. | 321 | 221 | 156 | 116 | 86 | 61 |
| 1870. Mai 18. | 335 | 244 | 168 | 113 | 69 | 40 |
| 1871. Juni 6. | 364 | 239 | 153 | 97 | 59 | 36 |
| 1872. Mai 11. | 329 | 240 | 172 | 121 | 83 | 54 |
| 1873. Mai 27. | 332 | 232 | 163 | 108 | 67 | 39 |
| 1874. Juni 2. | 352 | 231 | 151 | 100 | 64 | 40 |
| 1875. Mai 20. | 307 | 232 | 173 | 125 | 83 | 52 |
| Mittel: Mai 23.6 | 334 ± 12.7 | 234 ± 5.1 | 162 ± 6.1 | 111 ± 6.9 | 73 ± 7.2 | 46 ± 6.2 |

Demnach wäre die Schwelle 2° jene, deren Werthe am wenigsten schwanken und daher für diese Pflanze maßgebend.

Der Erste, der Oettingen's Methode untersuchte, war Prof. H. Hoffmann in Gießen [1]. Hoffmann berechnete nach Oettingen's Schwellen die Wärmesummen für Prunus Padus, Aesculus Hippocastanum, Ribes Grossularia, Syringa vulgaris und Lonicera alpigena, an welchen er den Eintritt der Blütezeit durch vier Jahre, von 1870—1874, beobachtete, doch mit dem Unterschiede, dass er erstens nicht nach Celsius-, sondern nach Reaumur-Graden rechnete und zweitens nicht die Tages-Temperaturmittel addirte, sondern die im Schatten beobachteten Maxima.

Das Resultat seiner Berechnungen spricht nicht für Oettingen's Methode, denn keine der von ihm gewählten Schwellen, 1°, 0°, 2°, 4°, 5°, 6°, 7°, 8°, gaben mit wenig Ausnahmen befriedigende Zahlen. Noch weniger günstig zeigte sich das Resultat, als er in Übereinstimmung mit Oettinen nach den positiven Tagesmitteln die Wärmesummen berechnete und Hoffmann sieht sich veranlasst, seine eigene Methode [2], die auch J. Ziegler in Frankfurt acceptirte [3]) auf's neue zu empfehlen. Diese Methode besteht in der Summirung der täglichen Insolationsmaxima, doch müssen wir hier bemerken, dass Hoffmann bisher auf diese Weise nur für wenige Pflanzen, wenn auch überraschend übereinstimmende Wärmesummen erhielt.

Der letzte Abschnitt der Abhandlung Hoffmann's verdient in phänologischem Interesse ebenfalls besondere Aufmerksamkeit. Hoffmann stellt dort alle jene Umstände zusammen, welche auf den nicht genügenden Werth solcher Wärmeconstanten von dem größten Einflusse sind. Diese

1) Hoffmann, H., Zur Lehre von den thermischen Constanten der Vegetation. Bot. Ztg. 1880, Nr. 27.

2) Zeitschr. d. öst. Vereins f. Meteorologie 1875, p. 250.

3) Bericht der Senkenberg'schen naturw. Ges. 1878/9, p. 119 ff.

seien folgende. Erstens: die Bäume oder die Knospen zeigen in der Winter- und Herbstperiode einen verschiedenen Zustand der Entwicklung. Zweitens: der Einfluss der Accommodation. Als Beispiel diene hier A. de Candolle's Beobachtung, der zufolge die in Genf und in Montpellier abgeschnittenen, einer und derselben Baumart angehörigen und in Genf zu gleicher Zeit in Wasser gesetzten Zweige zu verschiedener Zeit ihre Knospen öffneten und zwar die aus der südlicheren Gegend stammenden später u. s. w. Drittens: die normale Entwicklung der Vegetation wird sehr oft durch die Nachwirkung selbst geringer nächtlicher Fröste unterbrochen, welcher Umstand bei den Berechnungen unbegründeter Weise nicht berücksichtigt wird.

Was endlich die physiologische Rolle der constanten Wärmesummen betrifft, so glaubt Hoffmann, dass diese Frage gegenüber der begründeten statistischen Thatsache ganz abgesondert stehe. »Ich betrachte jetzt jene Temperaturen als das Einleitende, Auslösende für die anatomischen Molekularprocesse; diese selbst aber für die Quelle der mechanischen Baukraft. Die Temperatur ist nicht Ursache, sondern Bedingung, ihre Ausnutzung steht überdies unter dem Einflusse der Accommodation mittels Vererbung.«

Nach dem Vorgebrachten wollen wir nun auf unsere eigenen Erfahrungen übergehen.

Eie Methode Oettingen's habe ich besonders nach den phänologischen Beobachtungen Dr. K. Weszelovszky's, die er zu Árva-Váralja (49° 16′ g. B., 37° 1′ g. L. v. Ferro; 501 Meter M. h.) der im äußersten Norden Ungarns gelegenen Station während 7 Jahren, von 1871—1877 angestellt, einer Prüfung unterzogen. In erster Linie berechnete ich die den Schwellen 0°, 2°, 4°, 6°, 8°, 10° entsprechenden Werthe der Temperatur[1]) und bildete aus ihnen für die einzelnen Jahre die betreffenden Wärmesummen; endlich verglich ich dieselben mit einander und suchte jene Schwelle, welche die meisten übereinstimmenden Summen und zugleich den kleinsten wahrscheinlichen Fehler gab. (Die Zahl der Schwankung.)

Als Resultat meiner Arbeit kann ich sogleich erwähnen, dass ich keine für Oettingen's Schwellen befriedigende Zahlen erhielt. Von den vielen Beispielen nur eins (s. folgende Seite).

Aus den gewonnenen Summen kann man sich überzeugen, dass die Schwelle 2° die meisten übereinstimmenden Zahlen giebt: den wahrscheinlichen Fehler aber verrückt sie nicht, denn er beträgt noch immer 29.7 % und zwar mehr als bei der Schwelle 0°, wo er nur 24.1 % beträgt; man kann sich zugleich davon überzeugen, dass die Ursache der Nichtübereinstimmung in den Temperaturverhältnissen der Jahre 1874 und

1) Die meteorologischen Original-Aufzeichnungen verdanke ich der Güte des Herrn Dr. Guido Schenzl's, Director der kgl.-ung. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.

Die Laubentwicklung von Fagus silvatica L.
tritt bei Árva-Váralja ein:

| | Wärmesummen nach den Schwellen von | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0° | 2° | 4° | 6° | 8° | 10° |
| 1871. Mai 10. | 272.1 | 150.7 | 71.5 | 23.1 | — | — |
| 1872. April 23. | 246.8 | 150.6 | 86.4 | 46.2 | 22.2 | 10.4 |
| 1873. April 26. | 314.6 | 185.0 | 92.5 | 38.7 | 3.5 | 5.6 |
| 1874. Mai 24. | 397.6 | 258.6 | 161.6 | 88.2 | 37.2 | 10.6 |
| 1875. Mai 18. | 264.9 | 183.5 | 111.1 | 77.5 | 36.0 | 13.4 |
| 1876. April 29. | 383.9 | 286.6 | 192.5 | 133.7 | 83.7 | 47.7 |
| 1877. Mai 6. | 306.8 | 190.1 | 107.5 | — | — | — |
| Mittel: Mai 6. | 312.4 | 198.2 | 117.6 | — | — | — |
| ± 15. | ± 24.1 % | ± 29.7 % | ± 51.5 % | — | — | — |

1876 zu suchen ist, in welchen Jahren die Buche bis zum Hervorbrechen ihres Laubes ungewöhnlich hohe Temperatursummen in Anspruch nahm. Nach Hinweglassung dieser beiden abnormalen Jahre erhalten wir freilich ein anderes Resultat; dann beträgt das fünfjährige Mittel der Wärmesummen für die Schwelle 0° 283.3° C.; der wahrscheinliche Fehler 12.1 %; für die Schwelle 2° = 172.0° C. mit 11.5 %; für die Schwelle 40 = 94.8° C. mit 21.1 % und auch in diesem Falle zeigt sich die Schwelle 2° als die günstigste.

Wir wollen noch ein Beispiel anführen.

Die Entwicklung der ersten Blüten von Aesculus Hippocastanum L.
tritt bei Árva-Váralja ein:

| | Wärmesummen nach den Schwellen von | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0° | 2° | 4° | 6° | 8° | 10° |
| 1871. Juni 6. | 503.7 | 336.8 | 152.3 | 89.5 | 53.7 | 27.4 |
| 1872. Mai 6. | 406.8 | 284.6 | 194.4 | 128.2 | 78.2 | 40.7 |
| 1873. Mai 25. | 526.8 | 342.8 | 201.2 | 109.5 | 55.3 | 21.4 |
| 1874. Juni 2. | 491.5 | 334.0 | 219.0 | 127.6 | 59.5 | 21.9 |
| 1875. Mai 31. | 424.5 | 317.5 | 218.7 | 159.1 | 92.0 | 46.7 |
| 1876. Mai 6. | 445.2 | 315.9 | 225.9 | 153.0 | 90.0 | 47.2 |
| 1877. Juni 5. | 645.5 | 466.9 | 324.2 | 205.6 | 122.3 | 63.7 |
| Mittel: Mai 25. | 492.0 | 342.5 | 219.4 | 138.9 | 78.7 | 34.4 |
| ± 15.5 | ± 23.2 % | 26.6 % | 39.1 % | 41.8 % | 43.6 % | 55.2 % |

Auch hier sieht man, dass die Schwellen 2° und 4° die meisten übereinstimmenden Summen geben; aber bei jeder Stufe tritt die hohe Wärmesumme des Jahres 1877 störend auf.

Endlich folgt noch ein Beispiel, welches für Oettingen's Schwellen spräche.

Entwicklung der ersten Blüte von Sambucus nigra L. tritt bei Árva-Váralja ein:

| | Wärmesummen nach den Schwellen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0° | 2° | 4° | 6° | 8° | 10° |
| 1871. Juni 5. | 892.0 | 666.1 | 423.6 | 302.8 | 209.0 | 127.4 |
| 1872. Mai 25. | 702.4 | 542.2 | 414.0 | 306.8 | 221.8 | 146.3 |
| 1873. Juni 9. | 685.1 | 470.3 | 299.5 | 178.8 | 99.4 | 46.5 |
| 1874. Juni 22. | 790.6 | 593.1 | 445.4 | 309.5 | 198.6 | 121.9 |
| 1875. Juni 18. | 707.0 | 563.6 | 411.4 | 333.6 | 230.5 | 149.0 |
| 1876. Juni 21. | 948.2 | 728.5 | 550.9 | 400.2 | 271.5 | 177.5 |
| 1877. Juni 17. | 850.3 | 656.8 | 475.2 | 338.3 | 237.5 | 154.5 |
| Mittel: Juni 16. | 796.5 | 602.9 | 431.4 | 309.9 | 209.7 | 131.9 |
| ± 20.5. | 15.4 % | 21.3 % | 29.1 % | 35.7 % | 71.0 % | 49.6 % |

Die Schwelle 6° giebt hier die meisten übereinstimmenden Wärmesummen und das 7jährige Mittel ist, wie wir sehen 309.9° C., welche Zahl sehr nahe steht jener, die Oettingen ebenfalls nach der Schwelle 6° gewann, nämlich 337°; wir sehen aber zugleich, dass einerseits die ungemein hohe Wärmesumme des Jahres 1876, andererseits wieder die äußerst geringe des Jahres 1873 störend einwirken. Nach Oettingen sei für die benannte Pflanze die Schwelle 10° die maßgebende; überraschend aber ist die Übereinstimmung, welche die nach der Schwelle 0° berechneten Wärmesummen bei den zu Árva-Váralja und zu Dorpat hinsichtlich des Eintrittes ihrer Blütezeit beobachteten Pflanzen zeigen, wie dies aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

Wärmesummen nach der Schwelle 0°; bei welchen ihre Blütenknospen sich öffneten:

| | Árva-Váralja | Dorpat |
|---|---|---|
| Aesculus Hippocastanum L. | 492° C. | 450° C. |
| Fraxinus excelsior L. | 340 » | 391 » |
| Prunus Cerasus L. | 369 » | 356 » |
| Prunus domestica L. | 381 » | 366 » |
| Prunus Padus L. | 365 » | 334 » |
| Pyrus communis L. | 365 » | 380 » |
| Pyrus Malus L. | 422 » | 424 » |
| Ribes rubrum L. | 310 » | 329 » |
| Sambucus nigra L. | 796 » | 738 » |
| Sorbus aucuparia L. | 532 » | 529 » |
| Syringa vulgaris L. | 460 » | 452 » |

Indem wir aus dem bisherigen ersehen, dass die Schwelle 0° für zwei von einander so entfernt liegende Orte übereinstimmende Wärmesummen giebt, Oettingen's verschiedene Schwellen aber sich nicht bewähren, so werden wir einerseits den Wärmesummen überhaupt und andererseits der

Schwelle 0° die Bedeutung nicht versagen. Bevor wir aber dies noch ferner erörtern, wollen wir jene Erscheinung untersuchen, der zufolge in den sogenannten anomalen Jahren der Eintritt der Vegetationsphasen an auffallend große Wärmesummen gebunden ist.

Zu diesem Zwecke haben wir die beiliegende Tafel construirt, auf welcher der Verlauf der Temperatur in den einzelnen Jahren, sowie die Blütezeit der beobachteten Pflanzen graphisch dargestellt ist. Das Jahr 1871, in welchem nur sehr wenige Pflanzen beobachtet wurden, ward hierbei nicht berücksichtigt.

Im folgenden werden wir nun die einzelnen Pflanzen betrachten:

### Aesculus Hippocastanum L.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| begann zu blühen | 1872 | Mai 6. | bei | einer | Wärmesumme | von | 406.8 | ° C. |
| » » » | 1873 | « 25. | » | » | » | » | 526.8 | » |
| » » » | 1874 | Juni 2. | » | » | » | » | 491.5 | » |
| » » » | 1875 | Mai 31. | » | » | » | » | 424.5 | » |
| » » » | 1876 | « 6. | » | » | » | » | 445.2 | » |
| » » » | 1877 | Juni 5. | » | » | » | » | 645.0 | » |

Diese letztere Summe ist die größte, die dieser Baum zum Öffnen seiner ersten Blüten während sieben Jahren der Beobachtung in Anspruch nahm. Die drei ersten Monate des Jahres trugen dazu nur 152.6 ° C.; April 144.6, Mai 287.9 (diese beiden Monate waren in den Jahren 1872 und 1875 viel wärmer; im ersteren wiesen sie 445.2, im letzteren 326.7° C. auf), die ersten vier Tage des Juni 60.7° C. auf; wir können daher die große Wärmesumme dieses Jahres nicht der Wärme der vorhergegangenen Zeitperiode zusprechen und können die eigentliche Ursache dieser Erscheinung nur darin suchen, dass der Eintritt der Blütezeit überaus verlangsamt wurde. Wodurch wurde dies bewirkt? Von Mitte März an bewegte sich die Temperaturcurve fortwährend, aber mit großen Schwankungen über 0°; wäre sie aber auch fernerhin über dieser Grenze geblieben, so ist vorauszusetzen, dass die Blüten der Rosskastanie sich zu gewohnter Zeit geöffnet hätten; die Temperaturcurve sank aber am 16. April plötzlich unter 0° (das Tagesmittel —1.8°!); am 21. aber wieder auf —0.8, ja am 22. auf —2.3° C., worauf sie sich bis 10° erhob, am 4. Mai wieder auf —0.8° sank, von welcher Zeit an sie sich dann rasch erhob; am 8. Mai schon 11° erreichte und von diesem Tage an sich über 10° bewegte bis zum 17. Tage dieses Monats, an welchem sie wieder auf 7.6° sank. Die Blüte trat erst dann ein, nachdem am 28. Mai die Temperatur sich wieder über 10° erhob und bis zum Eintritt der Erscheinung über dieser Grenze auch verblieb.

Wir können daher thatsächlich behaupten, dass die größere Wärmesumme dadurch entsteht, dass die Temperatur während der Vegetationsperiode wiederholt unter den Gefrier-

punkt sank, dadurch die Entwicklung der Blütenknospen unterbrach und selbe zwang zu ihrem Öffnen eine längere, als die gewohnte Zeit in Anspruch zu nehmen.

Außer dem Jahre 1877 nahm die Rosskastanie die nächst höhere Wärmesumme im Jahre 1873 in Anspruch und auch dieses Jahr bestätigt vollkommen die im vorigen dargelegte Erscheinung.

Die drei ersten Monate dieses Jahres boten eine Wärmesumme von 168.5°, daher nur um 15.9° mehr als im Jahre 1877; der Monat April stimmt mit dem des Jahres 1877 überein, die Temperaturcurve bewegt sich auch in diesem Monate nur wenig über 10°, sinkt sogar am 24. auf 0°, aber im Allgemeinen nicht so oft und nicht so sehr als wie im Jahre 1877, so dass der Baum auch um 14 Tage früher zur Blüte gelangte, wie in diesem Jahre. Dasselbe zeigt das Jahr 1874. Im Jahre 1876 bewegt sich die Temperaturcurve vom 23. März an über 0°, sinkt auch nicht mehr, sondern steht sogar vom 20. April an mehrere Tage hindurch über 10°, bald darauf öffnen sich auch die Blütenknospen der Rosskastanie.

Im Jahre 1875 tritt die Blütezeit schon wieder später ein, indem sich die Temperaturcurve erst vom 6. Mai an über 10° bringt, dessenungeachtet ist die Wärmesumme in diesem Jahre kleiner. Der Monat April des Jahres 1875 ist der kälteste aller sieben Jahre, seine Wärmesumme beträgt nur 94.9°, so wie die der vorhergehenden drei Monate nur 16.8°, infolge dessen ist, obwohl der Monat Mai wieder der wärmste aller sieben Jahre ist (Wärmesumme 326.7°), die von der Pflanze in Anspruch genommene Wärmesumme dennoch geringer.

Das Jahr 1872 bestärkt ebenfalls unsere Ansicht hinsichtlich der Schwelle 10°. Die Analogie dieses Jahres mit dem Jahre 1872 ist unläugbar; selbst der Tag des Eintrittes der Erscheinung ist übereinstimmend; der Unterschied der Wärmesummen beträgt nur 38.4°, welche Zahl von keiner Bedeutung ist.

Unser graphisches Bild zeigt zugleich, dass die meisten mit der Rosskastanie zu gleicher Zeit blühenden Holzgewächse dasselbe Verhalten zum Gange der Temperatur erkennen lassen. So z. B.

Syringa vulgaris L.

| | | |
|---|---|---|
| 1872. | Mai 4. . . . . . | 378.3° C. |
| 1874. | Juni 2. . . . . . | 491.5 » |
| 1875. | Mai 31. . . . . . | 424.5 » |
| 1876. | Mai 14. . . . . . | 487.2 » |
| 1877. | Mai 28. . . . . . | 523.0 » |

Indem wir im Folgenden auch für die übrigen beobachteten Pflanzen die Blütezeit und die mit ihr gehenden Wärmesummen mittheilen, dürfen wir nicht verschweigen, dass einzelne Daten scheinbar als widersprechende auftreten; jeder aber, der phänologische Beobachtungen je auf-

merksam durchsichtete, wird finden, dass der fehlerhaften Beobachtung die meisten zweifelhaften Daten zuzuschreiben sind. Auf einen, höchstens zwei oder drei Tage sich erstreckende Correcturen lösen am ersten solche Widersprüche.

### Prunus.

| | avium | | Cerasus | | domestica | | Padus | | spinosa | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | α | β | α | β | α | β | α | β |
| 1872 | 4.29 | 316.2 | 5.1 | 340.6 | 5.4 | 378.3 | 4.26 | 278.9 | 4.20 | 210.2 |
| 1873 | 4.29 | 318.9 | 4.27 | 315.2 | 4.21 | 291.5 | — | — | 4.19 | 276.4 |
| 1874 | 5.28 | 432.9 | 5.19 | 356.8 | 5.19 | 356.8 | 5.28 | 432.6 | 5.14 | 343.5 |
| 1875 | 5.24 | 346.1 | 5.20 | 293.2 | 5.26 | 371.8 | 5.8 | 155.7 | 5.17 | 253.1 |
| 1876 | 5.5 | 437.6 | 5.3 | 419.6 | 5.2 | 409.7 | 5.26! | 571.2! | 4.19 | 248.6 |
| 1877 | 5.18 | 434.4 | 5.24 | 491.8 | 5.23 | 432.7 | 5.17 | 426.8 | 5.6 | 308.8 |

### Pyrus Ribes

| | communis | | Malus | | Grossularia | | rubrum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | α | β | α | β | α | β |
| 1872 | 5.4 | 378.3 | 5.4 | 378.3 | 4.20 | 210.2 | 4.26 | 278.9 |
| 1873 | 4.28 | 317.7 | 4.29 | 318.9 | — | — | 4.18 | 263.0 |
| 1874 | 5.21 | 370.3 | 5.28 | 432.6 | 5.6 | 280.2 | 5.10 | 302.1 |
| 1875 | 5.23 | 331.6 | 5.26 | 371.8 | 5.17 | 253.1 | 5.23 | 332.6 |
| 1876 | 4.26 | 357.8 | 5.3 | 419.6 | 4.21 | 272.6 | 4.23 | 308.5 |
| 1877 | 5.18 | 434.4 | 5.25 | 500.4 | 5.8 | 321.0 | 5.15 | 403.0 |

Unsere Tafel zeigt auch die Abhängigkeit der Junipflanzen von der Schwelle 10°.

| | Rosa canina | | Rosa centifolia | | Sambucus nigra | | Robinia Pseudacacia | | Tilia grandifolia | | Tilia parvifolia | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | α | β | α | β | α | β | α | β | α | β |
| 1872 | — | — | 6.9 | 893.9 | 5.25 | 702.4 | — | — | 6.12 | 940.9 | 7.2 | 1202.2 |
| 1873 | 6.15 | 753.6 | 6.24 | 898.6 | 6.9 | 685.1 | — | — | 7.2 | 1011.5 | 7.18 | 1276.1 |
| 1874 | 6.24 | 813.5 | 7.6 | 999.6 | 6.22 | 790.6 | 6.25 | 825.1 | 7.4 | 960.6 | 7.15 | 1158.8 |
| 1875 | 6 5 | 503.4 | 6.23 | 810.5 | 6.18 | 707.0 | 6.13 | 628.1 | 6.28 | 907.9 | 7.10 | 1124.7 |
| 1876 | 6.19 | 913.6 | 6.28 | 1041.4 | 6.21 | 948 2 | 6.18 | 898.1 | 6.29 | 1055.0 | 7.17 | 1329.8 |
| 1877 | 6.7 | 681.5 | 6.27 | 992.6 | 6.17 | 850.3 | 6.15 | 830.0 | 7.4 | 1098.4 | 7.26 | 1433 1 |

Sämmtliche Pflanzen blühten im Jahre 1872 am frühesten und nahmen im Jahre 1875 die kleinste Wärmesumme in Anspruch; in ersterem Jahre begann sich die Temperaturcurve schon im letzten Drittel des Aprils über 10° zu bewegen.

Nach dem Vorgebrachten stehen wir der unläugbaren Thatsache gegenüber, dass die ununterbrochene Bewegung der Temperatur über eine gewisse Grenze den Eintritt der Blütezeit beschleunigt, was die Methode Oettingen's rechtfertigen könnte, doch haben wir aus dem schon früher Mitgetheilten erfahren, dass selbst eine

so hohe Schwelle wie 10° nicht im Stande ist, die großen Wärmesummen der anomalen Jahre zu eliminiren. Wir gestehen ferner, dass die Wärmesummen als solche thatsächlich nicht als der Ausdruck der physiologischen Arbeit zu betrachten sind, indem wir uns aber im Folgenden auf die Untersuchungen eines Physiologen berufen, wird man zugleich eingestehen müssen, dass das aus den phänologischen Beobachtungen hervorgehende Resultat nicht abweicht von dem aus der physiologischen Untersuchung hervorgehenden.

Askenasy[1]) bestimmte in verschiedenen Zeitperioden an den Blütenknospen und Blütentheilen des Kirschbaumes das Gewicht, resp. die Länge und theilt Folgendes als Ergebniss seiner Untersuchungen mit:

In der Entwicklung der Blütenknospen des Kirschbaumes ist eine Ruheperiode zu bemerken, welche von Ende October bis Anfangs Februar, daher beinahe $3^1/_2$ Monate lang andauert; aber auch während dieser Periode findet im Wachsthum kein wirklicher Stillstand statt, denn dasselbe ist, wenn auch in äußerst geringem Grade, dennoch zu constatiren. Diese der Ruhe bestimmte Zeit trennt die beiden der Entwicklung bestimmten Perioden. Die eine der letzteren ist die Sommerperiode, ihr Beginn ist zwar schwer nachweisbar, aber die Knospen vergrößern sich, wenn auch äußerst langsam, ziemlich gleichförmig.

In der zweiten Periode der Entwicklung — in der Frühjahrsperiode — beginnt das Wachsthum ebenfalls langsam, steigert sich aber immer mehr, um endlich mit staunenswerther Rapidität vorwärts zu schreiten. So verdoppelten die Knospen des Jahres 1875 in den letzten zehn Tagen vor ihrem Öffnen ihr Gewicht; die Knospen des Jahres 1876 gewannen in den letzten sechs Tagen gerade so viel an Gewicht, als in der ganzen vorhergegangenen Zeitperiode, ja die Knospen des Jahres 1877 erreichten in den letzten zehn Tagen beinahe zwei Drittel ihres Gesammtgewichtes. Im Monat August 1875 wurden 100 Knospen täglich nur um 0,023 Gramm schwerer; im Jahre 1876 betrug der tägliche Zuwachs vom 22. März bis zum 2. April bei 100 Knospen 1,10 Gramm und vom 2. April bis zum 8. April 3,35 Gramm. Beiläufig sieben Achtel des Gesammtgewichtes der vollständig geöffneten Blütenknospen bildeten sich in der Frühjahrsperiode.

Um diese Erscheinungen zu erklären, untersucht nun Askenasy jene Faktoren, welche hier von Einfluss sind. Die Bodentemperatur könne hier nicht in Betracht kommen, von derselben können höchstens der Stamm und die Zweige äußerst wenig in die Knospen gelangen lassen; ebenso kann die Temperatur des vorhergegangenen Sommers und Herbstes nur von kaum in Betracht kommenden Einfluss gewesen sein, denn in den drei Jahren der Beobachtung war das Gewicht der Knospen und die Größe der Blütenstiele beinahe vollkommen übereinstimmend, andrerseits lässt sich

1) Botanische Zeitung 1877, Nr. 50—52.

aber nachweisen, dass thatsächlich nur aus der Verschiedenheit der Frühlingstemperatur das abweichende Datum der Blütezeit zu erklären sei.

Die Frühjahrsperiode ist von der Ruheperiode nicht scharf getrennt, und der Beginn der ersteren ist ebensowenig genau anzugeben wie der der letzteren. Askenasy erwähnt, dass die erstere bei Heidelberg in den Monat Februar falle und es scheint, dass die Temperatur dann auch niedriger sein kann als am Anfange der Ruheperiode; eine besondere Bedeutung legt aber der Autor jener Erscheinung bei, dass die ungewohnte größere Wärme des Winters (1876/7) auf das Wachsthum der Kirschenknospen von nur verschwindend geringem Einfluss war[1]), dagegen habe die Temperatur der Frühjahrsperiode auf die Geschwindigkeit des Wachsthums einen überaus bedeutenden Einfluss. Derselbe äußert sich in dem täglichen stufenweisen, wenn auch verschiedenen Wachsthum der Knospen.

Den störenden Einfluss der Schwankungen der Temperatur läugnet dagegen Askenasy. So sank die Temperatur im März 1879 stark (das fünftägige Mittel vom 2.—6. März + 0.97, vom 7.—11. März —3.63° C.), die am 11. und 22. März ausgeführten Messungen bewiesen dagegen, dass dessenungeachtet die tägliche Zunahme der Knospen fortwährend vorwärtsschritt. Wenn man aber die einzelnen Jahre hinsichtlich ihrer Frühjahrstemperatur mit einander vergleiche, so sei deren Einfluss deutlich zu erkennen. Am 26. Februar 1875 wogen 100 Knospen 5,294 Gramm, ebensoviele Knospen am 2. März, dem ein viel wärmerer als der vorjährige Februar voranging 5,979 Gramm, am 18. März 1875 8,082 Gramm, am 22. März 1876 10,877 Gramm, von dieser Zeit an erhob sich die Temperatur immermehr und gleichzeitig mit ihr schritt das Wachsthum voran, so dass endlich die Blütezeit um 13 Tage früher eintrat.

Infolge der vorangegangenen wärmeren Witterung wogen die Knospen am 2. März 1877: 6,607 Gramm (an demselben Tage im Jahre 1876 nur 5,979 Gramm), nachdem aber die erste Hälfte des 1877er März um vieles kälter war, als derselbe Zeitraum im vorangegangenen Jahre, so blieben infolge dessen die Knospen jetzt zurück. Am 22. März 1877 wogen sie nur 9,363 Gramm, dagegen an demselben Tage 1876 10,877 Gramm. Dieser Gewichtsunterschied, der in dieser Zeit dem Wachsthumsmittel gemäß 6—8 Tagen entspricht, war nicht mehr einzubringen, trotzdem von Mitte März an wieder wärmeres Wetter vorherrschte und infolge dessen traf die Blütezeit 1877 um 4 Tage später ein als im Jahre 1876.

Die Knospen zeigen daher in ihrem Verhalten gegenüber der Tempe-

1) Vgl. auch Staub, M., Die Flora des Winters 1872—1873. Österr. Bot. Ztschr. XXVI, p. 300—303.

ratur gewisse Eigenthümlichkeiten, auf ihre Entwicklung haben gegen das Ende der Periode, im Frühlinge die Schwankungen der Temperatur eine größere Bedeutung als in der vorhergehenden Periode. Dies können wir uns theils dadurch erklären, dass die Wirkung der Temperatur auch auf den kleinsten, im Wachsthum begriffenen Theil eines Organes sich erstreckt, folglich muss mit der Vergrößerung der wachsthumsfähigen Zone diese auch um so stärker auftreten.

Schließlich haben wir noch einer anderen Behauptung Askenasy's zu gedenken. Er sagt nämlich, dass die Knospen des Kirschbaumes zwischen Ende October und Ende December in ihrer Beschaffenheit eine gewisse Veränderung erleiden, die sich aber weder in dem Gewichte, noch in der Größe der Theile offenbart, sondern nur in dem Verhalten gegenüber höherer Temperaturgrade und die Annahme liegt nahe, dass diese Veränderung chemischer Natur sei.

Wenn wir nun schließlich die Resultate der Studien Askenasy's an den Blütenknospen des Kirschbaumes kurz zusammenfassen, so erfahren wir Folgendes:

Erstens: Der Baum lässt in der Entwicklung seiner Knospen jährlich eine Ruheperiode erkennen, welche beiläufig von Ende October bis Ende Februar dauert. Selbst die höhere Temperatur dieser Periode hat auf die Entwicklung der Knospen keinen Einfluss. Die in dieser Periode stattfindenden Veränderungen können nur solche chemischer Natur sein.

Zweitens: Diese Ruheperiode geht allmählich in die Periode des kräftigeren Wachsthums über. Dieses Wachsthum beginnt anfangs langsam, steigert sich aber allmählich, um endlich rasch zum Öffnen der Blüte zu führen. Zu dieser Periode haben die Schwankungen der Temperatur keinen hindernden Einfluss; dagegen befördere die höhere Temperatur die Energie des Wachsthums und ziehe das frühere Öffnen der Blüten nach sich.

Wenn nun die verschiedenen Baumarten infolge ihrer specifischen Eigenthümlichkeiten auch in dem einen oder anderen ein von dem Kirschbaum verschiedenes Verhalten zeigen sollten, so leidet es dennoch keinen Zweifel, dass die bei diesem Baume auf Grund physiologischer Untersuchung gewonnenen Erfahrungen auf die Holzgewächse im Allgemeinen gültig sind und in ihrem Endresultate von den im früheren dargelegten Erfahrungen nicht abweichen.

In Betracht dessen, dass in der Entwicklung der Holzgewächse die Ruheperiode auch wissenschaftlich constatirt ist, welche Ruhe auf jene Zeit fällt, in welcher die Temperatur auf ihr Minimum sinkt; in Betracht dessen, dass die Entwicklung auch bei einer geringeren Temperatur, als der der Ruheperiode vorangehenden Zeitperiode beginnen kann, ist unser Vorgehen gewiss motivirt, indem wir bei der Beurtheilung der die Vege-

tationserscheinung beeinflussenden Temperatur jenen Zeitpunkt als Ausgangspunkt wählen. Auch unsere Berechnungen beweisen es, dass die Schwelle 0° die natürlichste und sicherste Basis sei, wenigstens für die Holzgewächse. Es ist ferner Thatsache, dass die in der Frühjahrsperiode beginnende Entwicklung bis zum Eintritte der Erscheinung unter dem Einflusse der Temperatur steht, zu dessen Beurtheilung nach der Ansicht der Physiologen die Wärmesummen keinen Werth besässen, an deren Stelle sie aber anderes nicht zu setzen wissen[1]). Dass die Wärmesummen zum Ausdruck physiologischer Functionen nicht geeignet seien, haben wir schon selbst in Obigem anerkannt. In den folgenden Tabellen theilen wir auf Grund der zu Budapest und im nördlichen ungarischen Berglande ausgeführten phänologischen Beobachtungen die Wärmesummen mit. Man wird aus denselben erkennen, dass nicht nur die mehrjährigen Beobachtungen, sondern selbst die Beobachtungen nur eines Jahres für zwei, drei, selbst vier von einander entfernt liegende Orte übereinstimmende Wärmesummen geben und dass diese, so lange wir Besseres an ihre Stelle nicht setzen können, in pflanzengeographischer und biologischer Hinsicht nützliche Dienste leisten können. Selbst Askenasy spricht den phänologischen Beobachtungen für die beschreibende Botanik und Pflanzengeographie besondere Bedeutung zu. Er läugnet zwar, dass die Blütezeit das von der Temperatur unabhängige Erbtheil sei, denn die Ursache dieser Erscheinung sucht er in den inneren Eigenthümlichkeiten der Pflanzen — weil in Madeira die dortige höhere Temperatur die Entwicklung der Knospen unserer dorthin versetzten Bäume nicht zu befördern vermag —, aber er anerkennt, dass die Blütezeit für jede Pflanze charakteristisch sei und hält es nicht für unwahrscheinlich, dass die Verschiedenheit der Blütezeit bei der Entstehung und Ausscheidung gewisser Arten von Einfluss sein möge[2]).

Jeder, der sich mit phänologischen Beobachtungen oder dem Studium solcher je beschäftigt hat, weiß sehr wohl, wie leicht sich Beobachtungsfehler einschleichen können, und die Phänologie wird gewiss eine andere Wendung nehmen, sobald in der Biologie bewanderte Beobachter ihre Aufmerksamkeit diesem Zweige der Naturwissenschaft widmen werden.

Was das in meiner hier citirten früheren Abhandlung (l. c. p. 347) hervorgehobene Tages-Temperaturmittel betrifft, welches ich ebenfalls als für die Fixirung des Blütemomentes für geeignet hielt, bin ich jetzt nach

---

1) Duchartre, P. (Époques de Végétation pour un même arbre au 1879 et en 1880. Compt. rend. de Paris I. XCI. 1880. p. 22—26, vgl. Bot. Centralblatt I, p. 1040—1041) sagt in dieser Beziehung auch nichts Neues.

2) Was Askenasy, im Übrigen Sachs folgend, gegen die Phänologie vorbringt, ist unserer Ansicht nach von Oettingen hinreichend gründlich widerlegt und verweisen wir hier auf die Original-Abhandlung.

dem vergleichenden Studium der phänologischen Beobachtungen vieler Stationen gezwungen, zu gestehen, dass ich dasselbe als nicht genügend gefunden habe.

## Wärmesummen nach der Schwelle 0° in °C.

1871.

α bedeutet die Blütezeit, β die Wärmesumme.

| Name der Pflanze | Árva-Váralja[1] | | Budapest[2] | | Rosenau[3] | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | α | β | α | β |
| Aesculus Hippocastanum L. | 6.6 | 503.7 | 4.26 | 514.3 | 5.20 | 557.7 |
| Amygdalus communis L. | — | — | 4.1 | 264.8 | 4.12 | 207.7 |
| Cerinthe minor L. | — | — | 4.27 | 525.8 | 5.14 | 495.1 |
| Corydalis cava Schw. et K. | — | — | 3.26 | 234.1 | 4.14 | 218.8 |
| Cydonia vulgaris Pers. | — | — | 5.6 | 617.9 | 5.27 | 637.7 |
| Juglans regia L. | — | — | 5.1 | 576.2 | 5.21 | 567.4 |
| Muscari racemosum DC. | — | — | 3.25 | 234.3 | 4.15 | 225.6 |
| Paeonia officinalis aut. | 6.18 | 654.2 | — | — | 5.27 | 652.3 |
| Ribes rubrum L. | 5.13 | 284.7 | — | — | 4.22 | 298.3 |
| Rosa canina L. | 7.2 | 848.5 | — | — | 6.10 | 840.7 |
| Rosa centifolia L. | 7.17 | 1083.1 | 6.6 | 1043.6 | 6.21 | 1033.3 |
| Sambucus nigra L. | 7.5 | 892.0 | 5.27 | 883.3 | 6.8 | 810.4 |
| Staphylea pinnata L. | — | — | 5.6 | 627.2 | 5.25 | 610.3 |
| Syringa vulgaris L. | — | — | 4.23 | 485.6 | 5.16 | 516.0 |
| Tilia parvifolia Ehrh. | 8.1 | 1322.4 | 6.21 | 1306.5 | 7.8 | 1320.6 |
| Vitis vinifera L. | — | — | 6.17 | 1204.8 | 6.30 | 1183.1[4] |

1872.

| Name der Pflanze | Árva-Váralja | | Budapest | |
|---|---|---|---|---|
| | α | β | α | β |
| Aesculus Hippocastanum L. | 5.6 | 406.8 | 4.15 | 413.1 |
| Ribes rubrum L. | 4.26 | 278.9 | 4.9 | 342.1 |
| Rosa centifolia L. | 6.9 | 893.9 | 5.15 | 897.2 |
| Sorbus aucuparia L. | 6.3 | 812.3 | 5.9 | 792.9[5] |
| 1873 | | | | |
| Viola odorata L. | 3.30 | 159.3 | 3.3 | 154.6[6] |

1) 49° 16′ g. Br., 37° 1′ g. L. 501 m. Mh.

2) 47° 30′ g. Br., 36° 42′ g. L. 153 m. Mh.

3) 48° 36′ g. Br., 38° 13′ g. L. 298 m. Mh.

4) Die Zahl der in diesem Jahre zu Árva-Váralja und Rosenau beobachteten Pflanzen beträgt 13, von denen 7 ein übereinstimmendes Resultat ergeben, die zu Árva-Váralja und Budapest beobachteten Pflanzen sind der Zahl nach 6, davon 4; zu Budapest und Rosenau 23, davon 13 übereinstimmende Wärmesummen ergeben.

5) Von 21 und 6) von 9 zugleich beobachteten Pflanzen.

## 1874.

| Name der Pflanze | Nedanócz [1] | | Ungvár [2] | | Árva-Váralja | | Budapest | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | α | β | α | β | α | β |
| Aesculus Hippocastanum L. | — | — | — | — | 6.2 | 491.5 | 4.24 | 514.2 |
| Corylus Avellana L. | 3.23 | 104.1 | — | — | 4.15 | 154.3 | 3.22 | 117.3 |
| Prunus Armeniaca L. | 4.11 | 284.9 | 4.11 | 259.2 | — | — | 4.8 | 298.2 |
| Prunus spinosa L. | 4.20 | 388.7 | — | — | 5.14 | 343.5 | — | — |
| Pyrus communis L. | — | — | 4.16 | 330.2 | 5.21 | 370.3 | — | — |
| Pyrus Malus L. | 4.28 | 498.2 | — | — | 5.28 | 432.6 | — | — |
| Robinia Pseudacacia L. | — | — | 5.29 | 792.9 | 6.25 | 825.1 | 5.14 | 730.7 |
| Sambucus nigra L. | 6.4 | 912.1 | — | — | — | — | 5 30 | 938.3 |
| Secale cereale L. | 6.1 | 848.0 | 6.2 | 857.4 | 6.24 | 813.5 | — | — |
| Syringa vulgaris L. | 5.1 | 506.6 | — | — | 6.2 | 491.5 | — | — |
| Viola odorata L. | 4.1 | 168.6 | 4.1 | 138.3 | — | — | — | — |
| Vitis vinifera L. | 6.6 | 1130.4 | — | — | — | — | 6.7 | 1129.6 |
| Taraxacum officinale Wigg. | — | — | — | — | 4.25 | 232.1 | 4.7 | 288.6 [3] |

## 1875.

| Name der Pflanze | Nedanócz | | Ungvár | | Árva-Váralja | | Budapest | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | α | β | α | β | α | β |
| Aesculus Hippocastanum L. | 5.16 | 486.4 | 5.15 | 451.8 | 5.31 | 424.5 | 5.10 | 470.2 |
| Convallaria majalis L. | 5.14 | 453.5 | 5.14 | 437.8 | — | — | 5.6 | 419.2 |
| Cornus mas L. | 4.9 | 123.8 | 4.10 | 112.6 | — | — | — | — |
| Corylus Avellana L. | 4.4 | 73.3 | 4.3 | 52.7 | 4.24 | 80.0 | 4.4 | 96.1 |
| Corydalis solida Schw. et K. | — | — | 4.11 | 123.3 | — | — | 4.17 | 158.6 |
| Cytisus Laburnum L. | 5.23 | 609.1 | 5.23 | 585.6 | — | — | — | — |
| Hordeum vulgare L. | 6.18 | 1110.4 | 6.20 | 1134.6 | — | — | — | — |
| Lilium candidum L. | 6.22 | 1205.8 | 6.23 | 1204.0 | — | — | — | — |
| Persica vulgaris Mill. | — | — | 5.13 | 429.3 | — | — | 5.5 | 409.1 |
| Prunus avium L. | 5.9 | 384.2 | 5.6 | 323.2 | 5.24 | 346.1 | — | — |
| Prunus spinosa L. | 5.9 | 384.2 | 5.6 | 323.2 | — | — | — | — |
| Pyrus communis L. | — | — | 5.7 | 336.4 | 5.23 | 331.6 | — | — |
| Pyrus Malus L. | 5.11 | 413.2 | 5.14 | 417.8 | — | — | — | — |
| Robinia Pseudacacia L. | 5.29 | 709.0 | 5.29 | 686.5 | 6.13 | 628.2 | 5.23 | 717.9 |
| Sambucus nigra L. | — | — | 5.31 | 719.5 | 6.18 | 707.0 | — | — |
| Secale cereale L. | 5.27 | 683.1 | — | — | 6.14 | 640.6 | — | — |
| Syringa vulgaris L. | 5.15 | 469.1 | 5.12 | 415.0 | 5.31 | 424.5 | — | — |
| Tilia parvifolia Ehrh. | — | — | 6.20 | 1134.6 | 7.10 | 1124.7 | — | — |
| Vitis vinifera L. | 6.12 | 990.3 | 6.12 | 966.1 | — | — | 6.5 | 968.4 [4] |

1) 48° 36′ g. Br., 35° 57′ g. L., 183 m. Mh.

2) 48° 36′ g. Br., 39° 58′ g. L., 140 m. Mh.

3) Von 9 zu Nedanócz und Ungvár beobachteten Pflanzen 3.
» 16 » » » Árva-Váralja » » 4.
» 13 » » » Budapest » » 4.
» 9 » Ungvár » Árva-Varalja » » 3.
» 8 » » » Budapest » » 2.
» 8 » Árva-Váralja » « » » 4.

4) Von 24 zu Nedanócz und Ungvár beobachteten Pflanzen 14.
Von 16 zu Nedanócz und Árva-Váralja beobachteten Pflanzen 6.
Von 10 zu Nedanócz und Budapest beobachteten Pflanzen 5.

## 1876.

| Name der Pflanze | Árva-Váralja | | Ungvár | | Budapest | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | α | β | α | β |
| Aesculus Hippocastanum L. | 5.6 | 445.2 | 4.15 | 418.4 | — | — |
| Alliaria officinalis Andr. | — | — | 4.14 | 410.0 | 4.9 | 386.9 |
| Cornus mas L. | — | — | 3.31 | 230.3 | 3.29 | 236.9 |
| Crataegus Oxyacantha L. | 5.28 | 587.6 | 4.23 | 557.0 | — | — |
| Juglans regia L. | — | — | 4.22 | 535.7 | 4.23 | 588.8 |
| Lilium candidum L. | 7.8 | 1361.9 | 6.13 | 1312.9 | — | — |
| Lycium barbarum L. | — | — | 4.22 | 535.7 | 4.23 | 588.8 |
| Prunus avium L. | 5.5 | 437.6 | — | — | 4.14 | 455.7 |
| Pyrus communis L. | 4.26 | 357.8 | 4.14 | 410.0 | 4.10 | 396.6 |
| Pyrus Malus L. | 5.3 | 419.6 | 4.16 | 432.6 | 4.14 | 455.7 |
| Sambucus nigra L. | — | — | 5.15 | 853.6 | 4.30 | 886.4 |
| Symphytum tuberosum L. | — | — | 4.14 | 410.0 | 4.9 | 386.3 |
| Syringa vulgaris L. | 5.14 | 487.2 | 4.17 | 451.3 | — | — |
| Tilia parvifolia Ehrh. | 7.17 | 1329.8 | 6.12 | 1291.3 | — | — |
| Valeriana officinalis L. | — | — | 4.29 | 656.2 | 4.28 | 674.3 [1]) |

## 1877.

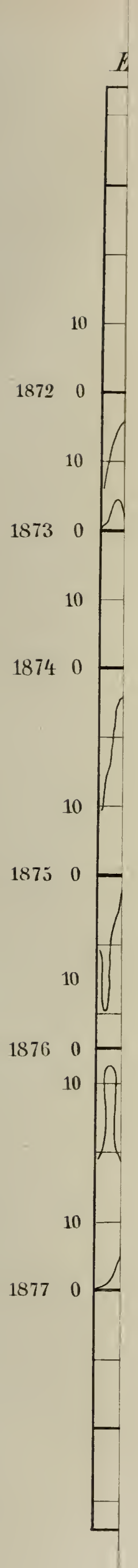
| Name der Pflanze | Árva-Váralja | | Ungvár | | Nagy Mihaly | | Budapest | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | α | β | α | β | α | β | α | β |
| Aesculus Hippocastanum L. | 6.5 | 645.5 | 5.11 | 632.5 | 5.15 | 668.8 | — | — |
| Betula alba L. | 5.17 | 426.8 | 4.20 | 450.6 | — | — | — | — |
| Convallaria majalis L. | — | — | 4.28 | 497.7 | 5.5 | 525.6 | — | — |
| Corylus Avellana L. | — | — | — | — | 4.6 | 302.7 | 4.1 | 298.1 |
| Crataegus Oxyacantha L. | — | — | 5.13 | 663.9 | — | — | 5.8 | 632.8 |
| Hordeum vulgare L. | 7.4 | 1098.4 | 6.10 | 1151.4 | — | — | — | — |
| Hyoscyamus niger L. | 6.7 | 681.5 | — | — | — | — | 5.13 | 700.0 |
| Persica vulgaris Mill. | — | — | 4.13 | 410.0 | 4.12 | 376.0 | — | — |
| Prunus Armeniaca L. | — | — | 4.6 | 323.7 | 4.12 | 376.0 | — | — |
| Prunus avium L. | 5.18 | 434.4 | 4.13 | 410.0 | — | — | — | — |
| Prunus Cerasus L. | 5.24 | 491.3 | 4.20 | 450.6 | — | — | 4.15 | 452.6 |
| Prunus spinosa L. | — | — | 4.11 | 384.2 | — | — | 4.13 | 432.3 |
| Pyrus communis L. | — | — | 5.1 | 532.5 | 5.6 | 532.0 | — | — |
| Pyrus Malus L. | — | — | 5.7 | 580.5 | 5.10 | 585.2 | — | — |
| Ribes rubrum L. | 5.15 | 403.0 | 4.14 | 418.3 | — | — | — | — |
| Robinia Pseudacacia L. | — | — | 6.2 | 979.6 | 6.5 | 1012.3 | — | — |
| Sambucus nigra L. | 6.17 | 850.3 | 5.29 | 898.7 | — | — | — | — |
| Secale cereale L. | — | — | 6.5 | 1036.5 | 6.6 | 1036.3 | — | — |
| Syringa vulgare L. | — | — | 5.9 | 607.1 | 5.10 | 585.2 | — | — |
| Thymus Serpyllum L. | 6.16 | 840.4 | 5.28 | 884.2 | — | — | 5.23 | 838.8 |
| Tilia parvifolia Ehrh. | 7.26 | 1433.1 | 6.23 | 1400.7 | — | — | — | — |
| Triticum vulgaris Mill. | — | — | 6.7 | 1079.5 | 6.10 | 1139.0 | — | — |
| Viola odorata L. | 4.9 | 199.9 | — | — | 3.25 | 190.2 | — | — [2]) |

---

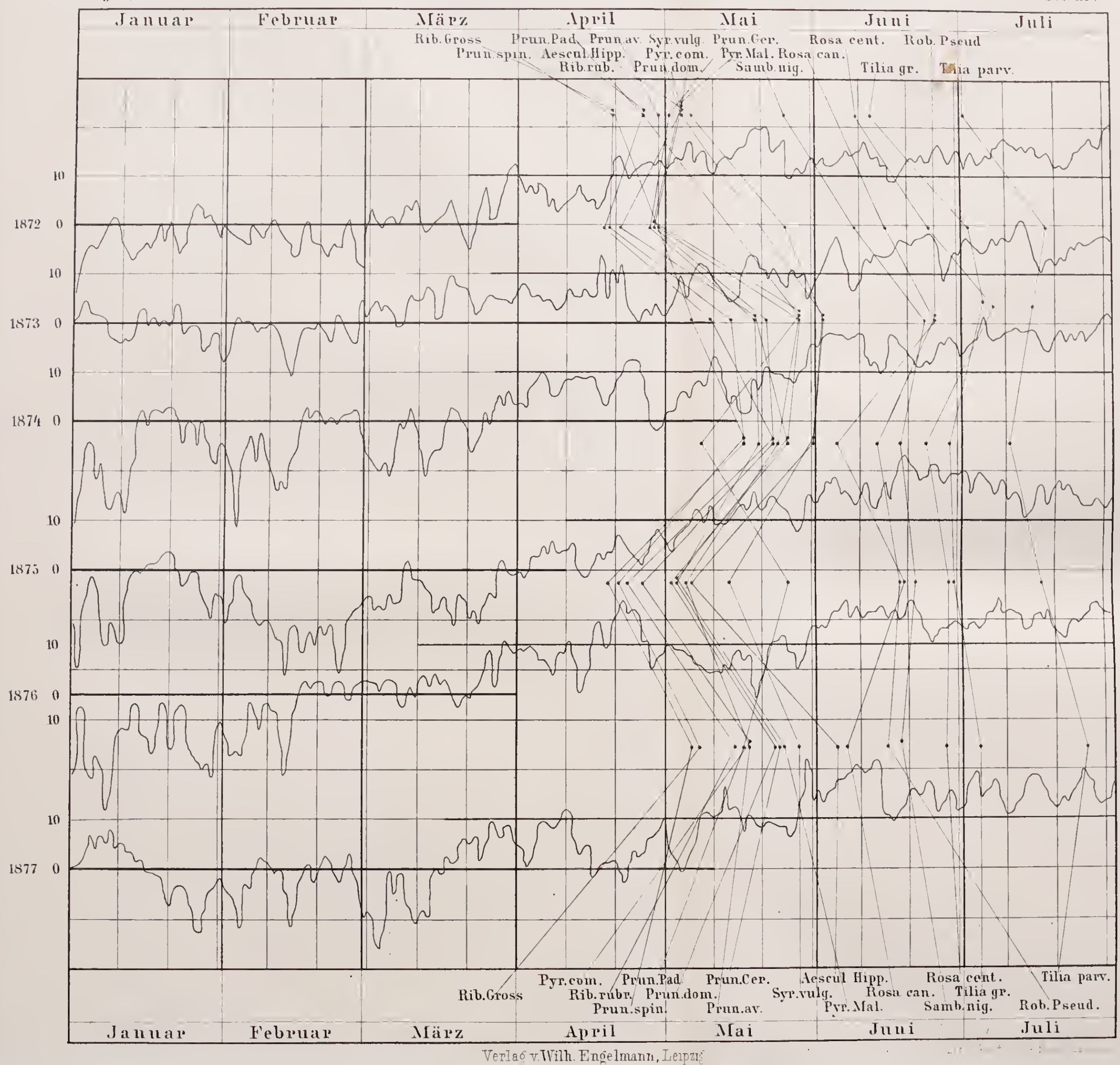
Von 15 zu Ungvár und Árva-Váralja beobachteten Pflanzen 8.
Von 18 zu Ungvár und Budapest beobachteten Pflanzen 7.
Von 10 zu Árva-Váralja und Budapest beobachteten Pflanzen 3.

1) Von 18 zu Árva-Váralja und Ungvár beobachteten Pflanzen 7.
Von 11 zu Árva-Váralja und Budapest beobachteten Pflanzen 2.
Von 27 zu Ungvár und Budapest beobachteten Pflanzen 9.

2) Von 32 zu Árva-Váralja und Ungvár beobachteten Pflanzen 9.


10
1872 0
10
1873 0
10
1874 0
10
1875 0
10
1876 0
10
10
1877 0

# Gang der Temperatur und Blütezeit bei Árva-Váraljá.




Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

## Mehrjährige Mittel der Wärmesummen.

### 1. Laubentwicklung.

$\alpha$ = Eintritt der Blütezeit, $\beta$ = Wärmesumme, $\gamma$ = Zahl der Beobachtungsjahre.

| Name der Pflanze | Ungvár | | | Árva-Váralja | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
| Aesculus Hippocastanum L. | 4.14 | 294.9 | 4 | 4.22 | 218.9 | 6 |
| Fraxinus excelsior L. | 4.25 | 394.4 | 3 | 5.17 | 448.8 | 6 |

### 2. Blüte.

| Name der Pflanze | Ungvár | | | Árva-Váralja | | | Budapest | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
| Aesculus Hippocastanum L. | 4.30 | 467.6 | 4 | 5.25 | 492.0 | 7 | 4.23 | 479.6 | 5 |
| Betula alba L. | 4.13 | 330.2 | 3 | 5.9 | 328.5 | 4 | — | — | — |
| Convallaria majalis L. | 5.1 | 477.8 | 3 | — | — | — | 4.25 | 506.8 | 5 |
| Corydalis solida Sw. | 3.31 | 161.6 | 3 | — | — | — | 3.26 | 193.2 | 5 |
| Fagus silvatica L. | — | — | — | 5.26 | 450.2 | 4 | 4.21 | 460.0 | 5 |
| Fragaria vesca L. | — | — | — | 5.21 | 446.8 | 4 | 4.19 | 431.3 | 5 |
| Prunus Armeniaca L. | 4.13 | 282.5 | 4 | — | — | — | 4.8 | 304.8 | 5 |
| Prunus avium L. | 4.14 | 326.9 | 4 | 5.12 | 380.9 | 6 | — | — | — |
| Prunus Padus L. | 4.14 | 343.0 | 4 | 5.13 | 365.9 | 5 | — | — | — |
| Prunus spinosa L. | 4.26 | 340.9 | 3 | 5.2 | 277.1 | 6 | 4.11 | 339.8 | 5 |
| Pyrus communis L. | 4.25 | 402.3 | 4 | 5.14 | 389.6 | 6 | — | — | — |
| Robinia Pseudacacia L. | 5.23 | 785.3 | 4 | 6.13 | 795.4 | 4 | 5.15 | 771.0 | 5 |
| Rosa centifolia L. | 5.31 | 928.5 | 4 | 6.28 | 957.0 | 7 | — | — | — |
| Sambucus nigra L. | 5.27 | 827.6 | 4 | 6.16 | 796.5 | 7 | — | — | — |
| Taraxacum officinale Wigg. | 4.7 | 304.2 | 3 | — | — | — | 4.8 | 320.8 | 5 |
| Tilia parvifolia Ehrh. | 6.18 | 1275.5 | 3 | 7.17 | 1263.9 | 7 | 6.14 | 1285.3 | 5 |

Von 17 zu Árva-Váralja und Nagy-Mihály beobachteten Pflanzen 2.
Von 8 zu Árva-Váralja und Budapest beobachteten Pflanzen 3.
Von 24 zu Ungvár und Nagy-Mihály beobachteten Pflanzen 10.
Von 21 zu Ungvár und Budapest beobachteten Pflanzen 4.
Von 6 zu Nagy-Mihály und Budapest beobachteten Pflanzen 4.